

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 31 42 950 A 1

51 Int. Cl. 3:  
F 04 B 35/04  
H 02 K 7/06

- 21 Aktenzeichen:  
22 Anmeldetag:  
43 Offenlegungstag:

P 31 42 950.5  
28. 10. 81  
16. 6. 82

Behördeneigenthum

- 30 Unionspriorität: 29 30 31  
05.11.80 GB 8035460

- 72 Erfinder:  
Miitchell, Alexander Ian Scott, Glasgow, GB

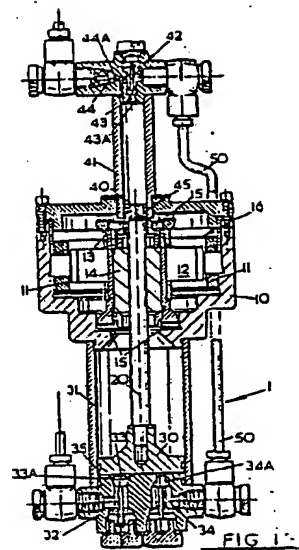
- 71 Anmelder:  
Barr & Stroud Ltd., Glasgow, Scotland, GB

- 74 Vertreter:  
Bauer, R., Dr.; Hubbuch, H., Dipl.-Ing.; Twelmeier, U.,  
Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 7530 Pforzheim

54 Kompressor

Es wird ein vorzugsweise zweistufiger Gaskompressor (1) beschrieben, welcher zwei einander gegenüberliegende Zylinder (31, 41) aufweist, in welchen Kolben (30 bzw. 40), welche an den Enden einer Spindel (20) befestigt sind, vor und zurück verschieblich sind. Die Spindel (20) ist in Achsrichtung durch eine Spindelmutter (14) hindurchgeführt, welche Teil des Läufers eines Elektromotors (16) ist. Der Elektromotor (16) (vorzugsweise ein Gleichstrommotor) treibt die Kolben (30 und 40) bei ihrer Hubbewegung bis zum Anschlagen an den zugehörigen Zylinderkopf (32 bzw. 42), welches durch eine Steuereinheit ermittelt wird, welche daraufhin die Laufrichtung des Motors (16) umkehrt. Wegen der Leistungscharakteristik von Gleichstrommotoren arbeitet der Kompressor (1) relativ langsam und erreicht – auch infolge geringer Kammerrestvolumina – hohe Verdichtungsverhältnisse, ohne das Gas durch Schmiermittelbestandteile zu verunreinigen, weil selbstschmierende Kolbendichtungen verwendet werden können.

(31 42 950)



DE 31 42 950 A 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 31 42 950 A 1

EHZ

PATENTANWÄLTE

3142950

DR. RUDOLF BAUER · DIPL.-ING. HELMUT HÜBBUCH  
DIPL.-PHYS. ULRICH TWELMEIER

WESTLICHE 29 31 (AM LEOPOLDPLATZ)  
D-7630 PFÖRZHEIM (WEST GERMANY)  
☎ (072 31) 102190/70 TELEGRAMME PATMARK

27. Oktober 1981 III/Be

Barr & Stroud Limited, Glasgow G13 1HZ (Schottland)  
Großbritannien

" Kompressor "

Patentansprüche:

1. Kompressor für Gase, insbesondere zum starken Verdichten von relativ kleinen Gasmengen, mit einer in einem Gehäuse (10, 31, 32) untergebrachten Verdichtungskammer, in welcher ein Kolben (30) vor und zurück verschieblich angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (30) durch das eine mit ihm verbundene Ende einer Spindel (20) angetrieben ist, welche mit einer Spindelmutter (14), die Teil des Läufers eines Elektromotors (16) ist, zusammen- arbeitet und von dieser linear angetrieben wird.

2. Kompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem weiteren Gehäuse (10, 41, 42) eine zweite Verdichtungskammer untergebracht ist, in welcher ein zweiter Kolben (40) vor  
5 und zurück verschieblich angeordnet und durch das andere mit ihm verbundene Ende der Spindel (20) angetrieben ist, und daß die beiden Verdichtungskammern zur Bildung eines zweistufigen Kompressors durch eine Leitung (50) miteinander verbunden sind.
- 10 3. Kompressor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Kolben (30, 40) eine gasdichte, selbstschmierende Ringdichtung (35, 45) tragen.
- 15 4. Kompressor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (16) die Charakteristik eines elektrischen Gleichstrommotors hat.
- 20 5. Kompressor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (16) mittels einer Steuereinheit gesteuert wird, welche die An-

triebsrichtung umkehrt, sobald einer der Kolben (30, 40) an dem ihm zugeordneten Zylinderkopf (32, 42) anschlägt.

5 6. Kompressor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Zylinder (31, 41) welche die Verdichtungskammern umschließen, mit einem Zylinderkopf (32, 42) versehen sind, dessen Gestalt i.w. komplementär  
10 zu der Gestalt der Vorderseite des zugehörigen Kolbens (30 bzw. 40) ist.

7. Kompressor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer  
15 des Elektromotors (16) einen starren Käfig (13) besitzt, welcher die Spindelmutter (14) mit dem Anker (12) des Motors (16) verbindet.

8. Kompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
20 dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer des Elektromotors (16) einen halbstarren Käfig (17) besitzt, welcher die Spindelmutter (14) mit dem Anker (12) des Elektromotors (16) verbindet.

9. Kompressor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindelmutter (14) eine auf Kugeln umlaufende ist.
- 5 10. Kompressor nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindelmutter (14) eine Mutter mit gewalztem Gewinde ist.

Beschreibung:

Die Erfindung befaßt sich mit einem Kompressor mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

- 5 Gewöhnlich erhält man unter Hochdruck stehendes Gas in Stahlflaschen angeliefert oder das Gas wird beim Anwender selbst gemäß den Anwendungserforder-
- 10 nissen mittels eines herkömmlichen Kompressors, der aus Gründen der Sicherheit und des Lärmschutzes üblicherweise in einem gesonderten Raum oder unter einer Haube untergebracht ist, komprimiert. Der Kompressor im eigenen Hause benötigt zu seiner Be-
- 15 dienung und Wartung besonders geschultes Personal, ist in der Anschaffung aufwendig, erzeugt Lärm, Schmutz, und ist auch nicht ganz ungefährlich, wes-
- 20 halb die Verbraucher von Druckgas sich nur ungern einen Kompressor zulegen. Andererseits erfordert die Versorgung aus Stahlflaschen ebenfalls einigen Aufwand hinsichtlich Lagerhaltung und bringt Probleme der Handhabung, Sicherheit und Logistik mit sich.

In einem herkömmlichen Kompressor wird in einem Zylinder ein Kolben mit hoher Geschwindigkeit vor und zurück bewegt, und zwar mittels einer Kolbenstange, welche am Drehzapfen einer Kurbelwelle befestigt ist. Das Verdichtungsverhältnis in der ersten Stufe wird bestimmt durch das Verhältnis der Kammervolumina vor dem Kolben in den beiden Kolbenumkehrpunkten. Am oberen Umkehrpunkt (vorgeschobener Kolben) benötigt man vor dem Kolben noch ein gewisses Kammervolumen zur Sicherstellung eines Arbeitsspiels zwischen der Kolbenvorderseite und dem Zylinderkopf, denn andernfalls würde bei den auftretenden hohen Kolbengeschwindigkeiten eine Berührung zwischen dem Kolben und dem Zylinderkopf zu mechanischen Schäden führen. Der Wirkungsgrad eines solchen Kompressors wird ungünstig beeinflusst durch Leckageverluste entlang des Kolbens und durch die infolge rascher Verdichtung auftretende Erwärmung des Gases. Zur Erzielung von hohen Verdichtungsverhältnissen benötigt man Kompressoren mit drei bis vier Verdichtungsstufen und zwischen-geschalteter Kühlung. Die hohe Kolbengeschwindigkeit wird andererseits bei solchen Kompressoren

benötigt, um die Leckageverluste an den Kolben-  
ringen möglichst gering zu halten, denn die Kolben-  
ringe besitzen üblicherweise einen achsialen  
Schlitz; ferner müssen die Kolbenringe zur Herab-  
5 setzung der Reibung mit Ölen geschmiert werden und  
dies führt zu einer Verunreinigung des komprimierten  
Gases.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen im  
10 Aufbau möglichst einfachen Kompressor für kleine Gas-  
mengen mit hohem Verdichtungsgrad zu schaffen, der  
die oben aufgeführten Nachteile nicht besitzt, ins-  
besondere leise und mit hohem Wirkungsgrad arbeitet  
und das zu komprimierende Gas nicht verunreinigt.

15 Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen Kompressor  
mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen.  
Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind  
Gegenstand der Unteransprüche. Der erfindungsgemäße  
20 Kompressor eignet sich sowohl für feste Installation  
als auch für tragbare Ausführungsformen. Insbesondere  
eignet er sich für die Benutzung in Laboratorien und  
für Anwendungen, in denen geringe Mengen eines hoch



verdichteten, hochreinen Gases benötigt werden. Als eine typische Anwendung kann die Druckluft-einspeisung in kryogenen Kühleinrichtungen für elektronische Geräte gelten.

5

Zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den beigefügten schematischen Zeichnungen dargestellt.

10      Figur 1    ist eine teilweise geschnittene Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels, und

15      Figur 2    ist eine teilweise geschnittene Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels in entsprechender Darstellung wie Fig. 1.

20      Der in Figur 1 dargestellte Kompressor 1 besitzt ein Motorgehäuse 10, in welchem die Statorwicklungen 11 eines elektrischen Gleichstrommotors 16 liegen. Der Läufer des Motors 16 umfaßt einen hohlen Anker 12, welcher mittels eines Mutternkäfigs 13 starr mit einer Spindelmutter 14 ver-

bunden ist; der Läufer ist im Motorgehäuse 10 durch ein Paar Drucklager 15 in Form von Rollslagern, welche an den beiden Enden des Läufers angeordnet sind, gelagert und festgehalten.

5

Die Spindelmutter 14 steht in Eingriff mit einer sie durchsetzenden Spindel 20, welche bei Drehung der Spindelmutter 14 in Richtung ihrer Längsachse verschoben wird. Das eine Ende der Spindel 20 ist an einem ersten, großen Kolben 30 befestigt, welcher in einem ersten Zylinder 31 verschieblich ist.

10

Dieser erste Zylinder 31 umschließt eine erste Verdichtungskammer, die Niederdruck-Verdichtungskammer. Der erste Zylinder 31 ist mit seinem einen Ende an das Motorgehäuse 10 angefügt und wird am anderen Ende von einem Zylinderkopf 32 verschlossen, in welchem sich ein Einweg-Einlaßventil 33 und ein auf den bei der Verdichtung im Zylinder 31 auftretenden relativ niederen Druck ausgelegtes

15

Einweg-Auslaßventil 34 befinden. Der große Kolben 30 ist an seinem Umfang mit selbstschmierenden, gasdichten Ringdichtungen 35 versehen, und die Schließkörper der beiden Einwegventile 33 und 34 sind in entsprechender Weise mit gasdichten Ring-

20

dichtungen 33A bzw. 34A versehen, sodaß die drei Dichtungen zusammen die Niederdruck-Verdichtungskammer gasdicht abdichten.

5     An das gegenüberliegende Ende des Motorgehäuses  
10 ist ein zweiter Zylinder 41 angefügt, welcher eine zweite Verdichtungskammer, die Hochdruck-Verdichtungskammer, umschließt. In diesem zweiten Zylinder 41 ist ein zweiter, kleinerer Kolben 40  
10 verschiebbar gelagert, welcher am anderen Ende der Spindel 20 befestigt ist. Auch der kleinere Kolben 40 ist an seinem Umfang mit einer selbstschmierenden, gasdichten Ringdichtung 45 versehen. Der zweite Zylinder 41 wird verschlossen  
15 durch einen Zylinderkopf 42, in welchem sich ein Einweg-Hochdruckauslaßventil 44 und ein Einweg-Hochdruckeinlaßventil 43 befinden, von denen das letztgenannte über ein Verbindungsrohr 50 mit dem Einweg-Auslaßventil 34 in der Niederdruckstufe  
20 des Kompressors 1 verbunden ist. Die Schließkörper der beiden Einweg-Hochdruckventile 43 und 44 sind ebenfalls mit gasdichten Ringdichtungen 43A bzw. 44A versehen, welche zusammen mit der Ringdichtung 45 die Hochdruckverdichtungskammer gasdicht abdichten.

Eine nicht dargestellte Steuereinheit steuert die Geschwindigkeit und die Drehrichtung des Gleichstrommotors 16.

5 Der Kompressor 1 arbeitet folgendermaßen:

Bei Drehung des Gleichstrommotors 16 in der einen Richtung wird der große Kolben 30 gegen den Zylinderkopf 32 bewegt und verdichtet das im  
10 Zylinder 31 vorhandene Gas, indem er es durch das Verbindungsrohr 50 hindurch in den kleineren Zylinder 41 hinein verdrängt, wobei ein Rückfluß durch die Einwegventile 34 und 43 in den Zylinderköpfen 32 bzw. 42 verhindert wird.

15

Der große Kolben 30 wird so weit vorgeschoben, bis er am Zylinderkopf 32 anliegt. Wenn diese in Fig. 1 dargestellte Stellung erreicht ist, wird der Gleichstrommotor 16 umgesteuert, sodaß er seine  
20 Drehrichtung umkehrt, und damit beginnt der kleine Kolben 40, ausgehend von seinem in Fig. 1 dargestellten unteren Umkehrpunkt, sich gegen den kleinen Zylinderkopf 42 zu bewegen. Dabei wird das im

- 12 -

Zylinder 41 befindliche vorverdichtete Gas weiter verdichtet bis hin zu einem vorgegebenen hohen Druck, welcher durch das Öffnen des Hochdruck-Auslaßventils 44 und durch die Art der strömungs-  
5 mäßig hinter diesem Auslaßventil angeschlossenen Apparatur bestimmt ist. Auch die Bewegung des kleinen Kolbens 40 endet erst, wenn er am Zylinderkopf 42 anliegt.

10 Dadurch, daß beide Kolben 30, 40 bis zur Anlage an ihren zugehörigen Zylinderkopf 32, 42 vorgeschoben werden, lassen sich sehr hohe Verdichtungsverhältnisse erzielen; ein Kompressor 1 mit verhältnismäßig kleinen Abmessungen kann in zwei Verdichtungsstufen  
15 zusammengenommen ein Verdichtungsverhältnis von 200:1 erreichen. Um das Verdichtungsverhältnis einer jeden Verdichtungskammer zu maximieren, sind die Vorderseite des Kolbens 30 bzw. 40 und die damit zusammenwirkende Fläche des Zylinderkopfes 32 bzw.  
20 42 von sehr ähnlicher Gestalt, vorzugsweise - wie im dargestellten Beispiel - ebenflächig, sodaß das Restvolumen der Verdichtungskammer bei bis zu seinem vorderen Umkehrpunkt vorgeschobenem Kolben 30 bzw. 40 so klein wie möglich ist und im Rahmen der

Praktikabilität dem Wert Null nahekammt.

Wegen der Arbeitsweise des Gleichstrommotors 16 läuft der erfindungsgemäße Kompressor 1 verhältnismäßig langsam. Der Gleichstrommotor 16 ist vorzugsweise mit einer Reihenwicklung versehen, sodaß im Verlauf eines Verdichtungshubes eines Kolbens 30, 40 die Kolbengeschwindigkeit zu Beginn des Verdichtungshubes ihren größten Wert aufweist und sich bei fortschreitender Hubbewegung und damit verbundenem Druckaufbau vor dem Kolben verlangsamt, bis sich die Geschwindigkeit des Gleichstrommotors 16 bei Annäherung des Kolbens 30 oder 40 an den Zylinderkopf 32 bzw. 42 schließlich auf einen gewissen niedrigen Wert vermindert. Beim Anlegen des Kolbens 30 oder 40 an den Zylinderkopf 32 bzw. 42 hält der Motor 16 unter Last an und dieser Belastung muß er widerstehen können. Zugleich kehrt die Steuereinheit bei Erreichen des Kolbenumkehrpunktes die Drehrichtung des Gleichstrommotors 16 um. Da beim Kolbenhub jedoch durch den fortschreitenden Druckaufbau vor dem Kolben 30 bzw. 40 die Belastung des Motors 16 zunehmend steigt und die Kolbengeschwindigkeit gegen Null tendiert, tritt beim Auf-

treffen des Kolbens 30 oder 40 auf den Zylinderkopf 32 bzw. 42 keine nennenswerte mechanische Schlagbelastung auf.

- 5 Bei dem erfindungsgemäßen Kompressor 1 erfolgt die Verdichtung des Gases so langsam, daß es sich dabei praktisch nicht erwärmt; eine ergänzende Schmierung der Kolbenringdichtungen 35, 45 ist entbehrlich, und der Kompressor 1 läuft sehr leise.
- 10 Die Ringdichtungen 35, 45 bestehen vorzugsweise aus einem Kunststoff, sind selbstschmierend und ohne achsialen Schlitz und deshalb gasdicht.

- 15 Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist die gewalzte Spindelmutter 14 selbstzentrierend (engl.: a self centering roller screw type nut), sodaß die Drucklager 15 nur Druckkräfte aufnehmen müssen.

- 20 Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 stimmt in wesentlichen Teilen mit dem Beispiel gemäß Fig. 1 überein; übereinstimmende oder einander entsprechende Teile sind daher in beiden Figuren mit übereinstimmenden Bezugszahlen bezeichnet worden. Einige Teile sind auch detaillierter dargestellt worden

als in Fig. 1. Abweichungen betreffen vor allem den Gleichstrommotor 16 sowie den kleineren Kolben 40, dessen Querschnittsfläche unter gleichzeitiger Verminderung des Gesamtverdichtungsverhältnisses des Kompressors 1 vergrößert wurde, um die beiden Einwegventile 43 und 44 - anders als in Fig. 1 - Seite an Seite nebeneinander im Zylinderkopf 42 anordnen zu können.

10 Die Ringdichtung 35 des großen Kolbens 30 umfaßt einen PTFE-Gleitring 36, welcher durch einen O-Ring 37 aus Gummi elastisch-nachgiebig radial nach außen gegen die Wand des Zylinders 31 gepreßt wird, sowie in Achsrichtung hinter dem Gleitring 15 36 einen PTFE-Verschleißring 38.

Die Ringdichtung 45 auf dem kleineren Kolben 40 umfaßt in Achsrichtung hintereinander ein Paar von PTFE-Gleitringen 46, 47, welche beide durch je einen 20 O-Ring 48 bzw. 49 aus Gummi elastisch-nachgiebig radial nach außen gegen die Wand des Zylinders 41 gepreßt werden, sowie ferner in Achsrichtung hinter den beiden Gleitringen 46, 47 einen PTFE-Verschleißring 51.



Der Läufer des Gleichstrommotors 16 umfaßt beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 einen hohlen Anker 12, der mittels eines Mutternkäfigs 13 in Antriebsverbindung mit einer Spindelmutter 14 steht, doch besitzt in diesem Fall der Mutternkäfig 13 einen halbstarren Abschnitt 17 in Gestalt eines aus Beryllium/Kupfer oder Federstahl hergestellten Faltenbalges, welcher beim Auftreffen der Kolben 30, 40 auf den jeweiligen Zylinderkopf 32 bzw. 42 auftretende Schlagbelastungen auffangen und absorbieren soll. Die Nachgiebigkeit des halbstarren Abschnittes 17 ist so gewählt, daß er durch den sich in den Druckkammern aufbauenden Druck allein noch nicht zusammengedrückt wird. Die Spindelmutter 14 ist im Beispiel der Fig. 2 eine auf Kugeln umlaufende Mutter (engl.: a recirculating ball screw type nut) und nicht selbstzentrierend, sodaß der Läufer des Gleichstrommotors 16 in diesem Fall auf einem Rillenkugellager 19 mit tiefen Laufrillen anstatt zwischen zwei Drucklagern 15 gelagert ist.

Die beiden Ausführungsbeispiele der Erfindung lassen sich dank des erfindungsgemäßen Aufbaus ohne Schwierigkeiten bei sorgfältiger Bemessung

und Materialwahl sowie durch Anstreben eines  
möglichst spielfreien Aufbaus mit sehr geringen  
Leckageverlusten an den Ventilen und den Kolben  
verwirklichen; und weil die erfindungsgemäßen  
5 Kompressoren verhältnismäßig langsam laufen,  
hat man keine Probleme mit der Gaserwärmung und  
mit der Schmierung. Das Gas wird im Kompressor  
mithin nicht verunreinigt und man benötigt daher  
auch keine aufwendige Gasreinigungsvorrichtung, um  
10 das Druckgas von solchen Verunreinigungen wieder  
zu befreien.

Die Stromversorgung für den Gleichstrommotor 16  
kann entweder ein - oder ausgeschaltet werden oder  
15 mittels einer Druckmeß- und -steuereinrichtung  
gesteuert (moduliert) werden; die Benutzung einer  
solchen modulierenden Steuereinrichtung kann sonst  
u.U. nötige Druckregulier- und -steuerventile ent-  
behrlich machen.

20

Die in den Figuren nicht dargestellte Steuerein-  
heit für den Gleichstrommotor 16 kann eine Ein-  
richtung zur Ermittlung des Anliegens der Kolben  
30,40 an den Zylinderköpfen 32 bzw. 42 auf tacho-

metrischer Basis enthalten. Eine andere Möglichkeit zur Bestimmung der Kolbenendlage besteht in der Überwachung des elektrischen Stromes, welchen der Gleichstrommotor 16 verbraucht, denn der durch die Statorwicklung fließende Strom steigt deutlich an, wenn die Kolbenendlage erreicht wird. Das Meßsignal, welches die Höhe des durch die Statorwicklung fließenden Stromes anzeigt, kann also zur Steuerung des Gleichstrommotors herangezogen werden.

10

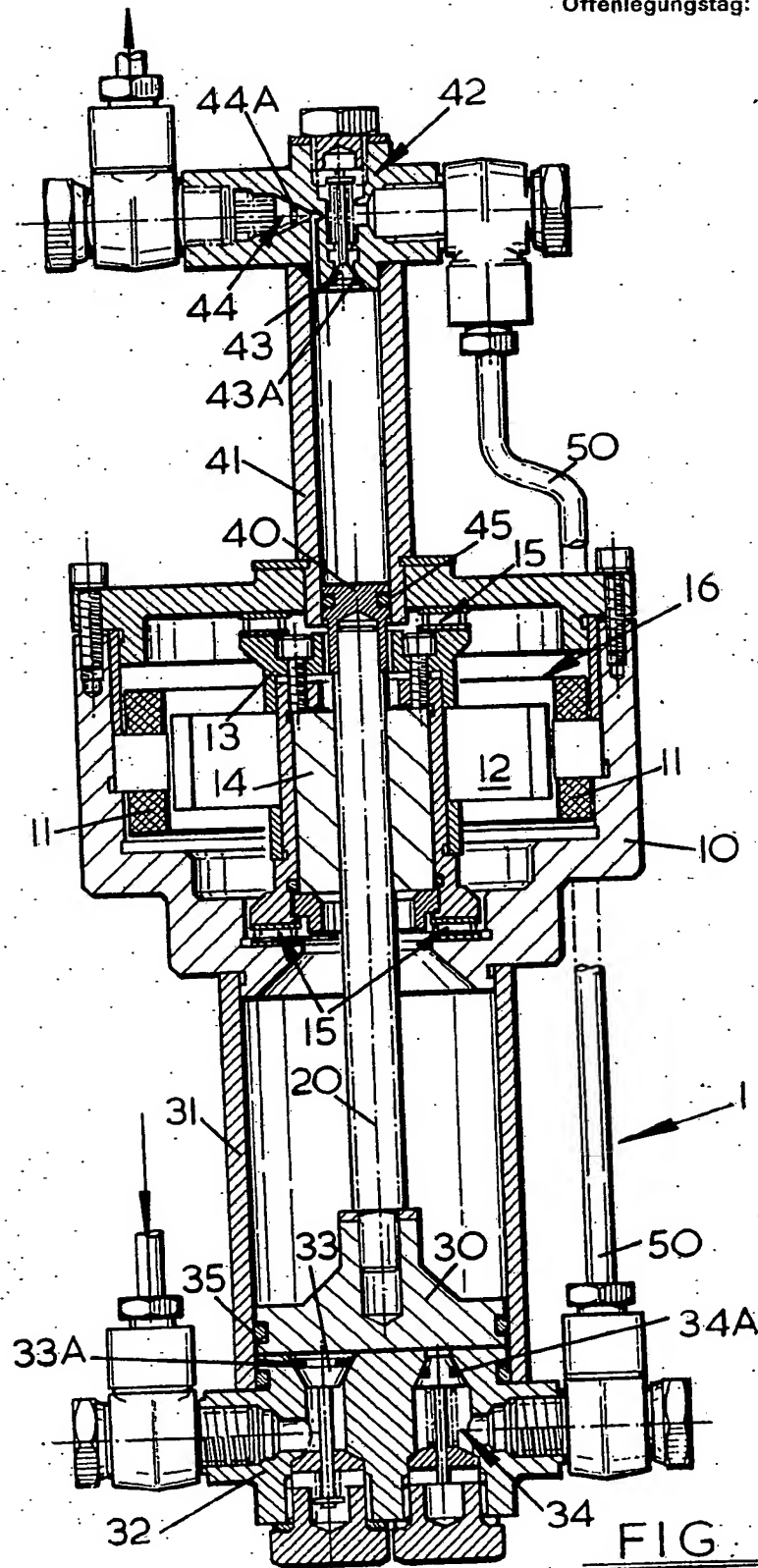
Der Gleichstrommotor 16 ist am einfachsten ein Permanentmagnetmotor mit oder ohne Bürsten. Es könnte aber auch ein Wechselstrommotor verwendet werden, welchen man durch eine entsprechende dynamische Steuerung in seiner Leistungscharakteristik an die oben beschriebene Leistungscharakteristik eines Gleichstrommotors annähern sollte, weil der Gleichstrommotor insbesondere einen relativ weiten Drehzahlbereich aufweist, der zum Maximieren des Gesamtwirkungsgrades des erfindungsgemäßen Kompressors 1 nützlich ist.

15  
20

Erfindungsgemäße Kompressoren sind beispielsweise in der Lage, Gasdurchsätze von ca. 2 l/min bei Drücken in der Größenordnung von 2000 bis 3000 psi

(13,8 bis 20,7 MN/m<sup>2</sup>) zu erreichen, wozu sie typisch eine Arbeitszyklusdauer von ca. 5 s und einen Leistungsverbrauch von ca. 30 W bei Versorgung mit 24 V Gleichspannung aufweisen.





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**